

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-034577

(43)Date of publication of application : 05.02.1990

(51)Int.Cl.

C04B 37/02
B23K 1/19
H01L 21/52
H01L 23/14

(21)Application number : 63-184033

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 22.07.1988

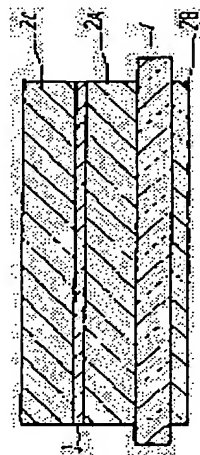
(72)Inventor : KASHIBA YOSHIHIRO
OKADA MASARU

(54) CERAMIC-METAL COMPOSITE SUBSTRATE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the breaking of a ceramic member as the base of the title substrate and a semiconductor mounted by joining Cu or Cu alloy members joined with a restraining member of Mo, W or an alloy thereof having a specified thickness to the ceramic member.

CONSTITUTION: When a Cu or Cu alloy member 2 is joined to a ceramic member 1 such as an alumina member to form a composite substrate, Cu or Cu alloy members 2A, 2B joined with a restraining member 3 of Mo, W or an alloy thereof having a thickness corresponding to $1/20-1/3$ of the thickness of the member 2 are joined to the ceramic member 1. Heat conductivity and electrical conductivity are ensured for the substrate and stress produced in the ceramic base and a semiconductor mounted is relieved.



⑫ 公開特許公報(A) 平2-34577

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月5日

C 04 B 37/02
B 23 K 1/19
H 01 L 21/52
23/14

B 8317-4G
H 6919-4E
A 8728-5F

7738-5F H 01 L 23/14

M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 セラミックス-金属複合基板

⑯ 特 願 昭63-184033

⑰ 出 願 昭63(1988)7月22日

⑱ 発 明 者 加 柴 良 裕 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
生産技術研究所内

⑲ 発 明 者 岡 田 勝 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
生産技術研究所内

⑳ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

セラミックス-金属複合基板

2. 特許請求の範囲

セラミックス基材に銅または銅合金部材を接合して形成する複合基板において、モリブデン、タングステン及びその合金のいずれかからなり、上記銅又は銅合金部材の厚さの1/20~1/3の厚さの拘束部材を上記銅または銅合金部材に接合して設けたことを特徴とするセラミックス-金属複合基板。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、例えば半導体の実装に用いられるセラミックスと金属を接合することにより製造されるセラミックス-金属複合基板に関し、特に半導体やセラミックスの破壊を防止する基板構造に関するものである。

〔従来の技術〕

第5図は例えば特開昭60-155580号公報に示された従来のセラミックス基材と金属部材が直接接合

された半導体実装用の複合基板を示す断面図であり、図において、(1)はセラミックス基材のアルミナ部材、(2A)、(2B)はアルミナ部材(1)に形成された金属部材で、電気回路を形成するためなどの例えばタフビッチ電解銅板、(7A)(7B)はアルミナ部材(1)と銅板(2A)、(2B)を直接接合した接合面である。

第8図は従来の半導体実装用基板を用いた一実施態様を示す斜視図であり、半導体を実装したモジュール構造の一例を示す。図において、(4)は半導体、(5)は半導体(4)を銅板(2b)に実装するためのはんだ、(6a)(6b)はそれぞれ半導体(4)を動作させるために銅板(2b)とは電気的に絶縁された別の銅板(2a)(2c)に接合した、例えばアルミニウム製のボンディングワイヤである。

上記のように構成されたモジュールの半導体、特に大電力半導体を動作させると、半導体(4)は大量の熱を発生する。また、当然のことながら上記モジュールは繰り返し使用される。従って、半導体実装用基板としては以下のことが要求される。半導体(4)から発生する熱を十分逃がすことがで

ること、半導体(4)の動作・非動作に伴うヒートサイクルによって発生する基板の熱膨張・収縮により半導体(4)を破壊しないこと、さらに、このヒートサイクルによりアルミナ部材自体が破壊しないことである。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかるに、上記のような基板構造では、セラミック基材(1)は一般的に熱膨張係数が小さく、上記実施例のアルミナセラミックでは 7×10^{-6} であるため、熱膨張係数が 17×10^{-6} の銅板(2A)(2B)と直接接合した場合、熱膨張係数差により接合面(7A)(7B)の近傍に応力を発生した。このような接合体がヒートサイクルを受けると上記接合面(7A)(7B)近傍には大きな応力が繰り返し発生し、硬いが脆いアルミナ部材(1)はその応力に耐えられず割れが発生し、ついには分離してしまうという問題点があった。第7図の断面図に典型的な割れ形状を示す。(8A)(8B)(8C)(8D)が割れである。このように割れ(8A)～(8D)は応力が集中するセラミック部材(1)と銅板(2A)(2B)の角部から発生した。

体(4)のパワーや形状を制限する、銅板(2A)、(2B)を薄く、幅広くして実装密度を下げるなどの対策が必要であり、モジュールの高機能化、高密度化にとって大きな障害となっていた。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、過酷な使用環境下においても、例えば半導体から発生する熱を逃がし、かつセラミック部材等に破壊が生じない信頼性の高いセラミック-金属複合基板を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

この発明のセラミック-金属複合基板は、セラミック基材に銅または銅合金部材を接合して形成する複合基板において、モリブデン、タングステン及びその合金のいずれかからなり、上記銅又は銅合金部材の厚さの $1/20 \sim 1/3$ の厚さの拘束部材を上記銅または銅合金部材に接続して設けたものである。

〔作用〕

この発明においては、銅または銅合金部材の厚さの $1/20 \sim 1/3$ の厚さの拘束部材を設けることに

また、銅板(2A)(2B)はアルミナ部材(1)に強固に接合されているため、その熱膨張係数は銅単体の場合に比べ小さくなってはいるものの、熱膨張係数が 5×10^{-6} と小さいシリコン半導体(4)を例えばはんだ付により実装すると、半導体(4)にも割れが発生するという問題点があった。これらの問題点は、半導体(4)の動作電流を上げるために、銅板(2A)(2B)を厚くしたときや、大面積の半導体(4)を実装したときに顕著に現われた。

上記割れの発生はアルミナ部材(1)を厚くすることにより若干の改善は図れるものの、半導体(4)からの放熱特性はアルミナ部材(1)の熱抵抗が高いため劣化してしまう。例えば、0.4mmの板厚のアルミナ部材(1)を0.63mmに増加させることにより $-40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ の耐ヒートサイクル特性は1.2倍程度向上するが、逆に熱の逃げを妨げる熱抵抗値は約1.6倍高くなり、半導体(4)の機能やセラミック部材(1)のコスト等を考慮した場合有効な方法ではない。

従って、これらの問題を避けるためには、半導

より、基板の熱伝導や電気伝導特性を確保するとともに、セラミック基材や例えば実装される半導体に加わる応力を低減させ、セラミック基材や半導体が破壊するのを防止する。

〔実施例〕

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図はこの発明の一実施例のセラミック-金属複合基板を示す断面図で、図において、(1)はセラミック基材で、この場合は平板状のアルミナ部材、(2A)はアルミナ部材(1)の一面に直接接合された第1銅部材、(2B)はアルミナ部材(1)の他面に直接接合された第2銅部材で、(2C)は半導体の大容量化のためにアルミナ部材(1)の一面側に追加した第3銅部材で、半導体(図示せず)は上記従来基板と同様、この第3銅部材(2C)上に実装される。(3)は拘束部材で、この場合は第1、第3銅部材(2A)(2C)間に接合された、第1、第3銅部材(2A)(2C)の総厚さの $1/20 \sim 1/3$ の厚さのモリブデン部材である。

上記のように構成された基板が、温度環境の変

化や半導体の動作により、ヒートサイクルを受けると、従来基板と同様熱膨張係数の差により、熱膨張係数の大きな銅部材(2A)(2B)(2C)はアルミナ部材(1)よりも膨張・収縮しようとする。しかし、この実施例では膨張係数が低く、高強度で、熱抵抗が低く、かつ他の部材と一体化できる材料である薄いモリブデン部材(3)拘束部材として追加した構造をとっている。モリブデンは熱膨張係数が約 5×10^{-6} (/℃)であり、銅の約 17×10^{-6} (/℃)との差は大きく、加熱冷却中には両者の接合界面には大きな応力が発生するが、モリブデンの耐力、特に薄い圧延材の耐力は 50 Kg/mm^2 以上もあるため、銅(耐力約 10 Kg/mm^2)の方がすぐに塑性変形し、モリブデンが拘束部材(3)として働き、アルミナ部材(1)へ大きな応力が加わるのを防止できる。なお、モリブデンと銅の接合界面に加わる応力は従来例以上となるが、両者が延性材料の金属材料であることから、割れは発生しない。

モリブデン部材(3)を基板構成材料として強固に一体化するためには、例えば、予めモリブデン

なっている。なお、第2銅部材(2B)は後工程の半田付けのため、また第2銅部材(2B)がない場合、バランスをとるためモリブデン部材(3)を少し厚めにしなければならないために設けている。厚さはアルミナ部材(1)の割れ発生防止のため 0.3 mm 以下が適当で、モリブデン部材(3)の厚さ等の兼ね合いで選定する必要がある。例えば、半導体側の第1、第3銅部材(2A)、(2C)の厚さを 0.3 mm 、モリブデン部材(3)の厚さを 0.1 mm にした場合、反対側の第2銅部材(2B)は 0.1 mm の厚さが適当である。このような構造の複合基板にすることにより、基板の加熱・冷却中においても反りが生じない基板が得られる。以上のように、この実施例によれば、簡単な構造で、過酷な使用環境下においても、半導体から発生する熱を逃がし、アルミナ部材(1)などに破壊を生じさせない信頼性の高い、大容量パワートランジスタモジュール用基板に適用できるセラミック-金属複合基板が得られる。

第2図は、この発明に係わるモリブデン部材(3)の厚さと耐ヒートサイクル回数との関係の一例を

部材(3)と第1、第3銅部材(2A)(2C)を焼圧接等の方法を用いて接合した後、上記複合材料をアルミナ部材(1)に特開昭60-155580号公報に示された例えばD B C法等を用いて接合する方法がとられる。

また、基板構造は従来例のようにセラミック基材(1)を中心とする対称構造にしても、セラミック基材(1)等の割れに対する効果は現われる。ところが、新たに拘束部材を設けることによる部品点数の増加、材料コストの増加、及び熱抵抗の増加等の問題が生じてくる。一方、半導体の大容量化に応じて体積を増加させる必要があるのは、半導体側の銅部材である。半導体側の銅部材の厚さとしてはトータルで 0.3 mm 以上必要とされ、 5 mm 以下が適当で、 $0.3 \text{ mm} \sim 1 \text{ mm}$ の範囲が望ましい。

従って、この実施例では半導体を実装する側のみ第1、第3銅部材(2A)(2C)及びモリブデン部材(3)を積層した構造とし、反対側は第1図に示すように、第2銅部材(2B)単体の構造としている。その結果、性能がよく、かつ簡単に安価な構造と

示す特性図である。横軸にモリブデン部材(3)の厚さを、縦軸に耐ヒートサイクル回数(アルミナ部材(1)が割れるまでのヒートサイクルの回数)をとった。対称構造のセラミック-金属複合基板のヒートサイクル試験の結果を示すもので、モリブデン部材(3)が介在される2層からなる銅部材の総厚さは 1.0 mm 、アルミナ部材(1)の厚さは 0.63 mm 、ヒートサイクルの条件は $-40^\circ \text{C} \sim 150^\circ \text{C}$ である。第2図からモリブデン部材(3)の厚さを 0.05 mm 以上にすることにより、耐ヒートサイクル特性が急激に改善されていることがわかる。

このように、モリブデン・銅間で発生する応力を銅の変形により吸収させることにより、銅・アルミナ間の応力を低下させ、銅部材の厚さの $1/10$ 程度の薄いモリブデン部材(3)を追加するだけで、耐ヒートサイクル特性を10倍以上向上できることが実証できた。この効果は銅部材の厚さが 1.0 mm の時のみに成立するものではないことはいうまでもない。

モリブデン部材(3)の厚さとしては、銅部材のト

ータル厚さの $1/20 \sim 1/3$ が適当であり、この範囲内でモリブデン厚さを変化させることにより、耐ヒートサイクル特性、熱抵抗、基板コストを変化させることができる。 $1/20$ 以下の厚さのモリブデン部材(3)では耐ヒートサイクル特性の改善が十分図れず、 $1/3$ 以上の厚さのモリブデン部材(3)では熱抵抗が高くなる結果、半導体からの熱放散が不十分となるので、高機能化にとって不都合であり、また基板のコストも高くなるため工業的利用価値が低下する。また、反対側に配置する第2銅部材(2B)の厚さは 0.3mm 以上では反りが発生するので問題である。

なお、セラミックと銅を接合した構造物において、熱膨張差による内部応力を緩和させる方法として、両者の接合面の間に、例えばアルミニウム、銅などの比較的柔らかい金属層、ニオブ、あるいはニオブ/モリブデン、ニオブ/タングステンの積層中間層を数層設ける方法が提案されている。(雑誌：金属1986年6月号45～50頁) ところが、半導体実装用の基板としては上述したように、数

層もの中間層を設けることは熱放散性が非常に悪くなり、大容量、高機能化できないために問題である。

なお、上記実施例ではモリブデン部材(3)を同一厚さの第1、第2銅部材(2A)(2C)の間に設けているが、第1、第2銅部材(2A)(2C)の厚さが異なっても同様の効果を期待できる。また第1、第2銅部材(2A)(2C)を一体化して、モリブデン部材(3)を単一の銅部材の表面あるいは銅部材とアルミナ部材の間に配置しても同様の効果を期待できる。

第3図はモリブデン部材(3)を第4の銅部材(2D)の表面に配置した場合のこの発明の他の実施例を示す断面図である。この実施例においては、熱膨張係数の小さいモリブデン部材(3)が表面にあるため、この上に実装する半導体(図示せず)との熱膨張のマッチングがより良好となる。

第4図はモリブデン部材(3)を第4の銅部材(2D)とアルミナ部材(1)の間に配置した場合のこの発明のさらに他の実施例を示す断面図である。

この実施例においては、モリブデン部材(3)がアルミナ部材(1)と接しているため、アルミナ部材(1)の割れがより防止できるようになる。

また、モリブデン部材は一層である必要はなく、要はその総厚さが銅部材の $1/20 \sim 1/3$ となるように、半導体の特性、セラミック部材の特性に応じて配置すればよい。

さらに、セラミック-金属複合基板の接合方法は、上述したように、例えば爆発圧接、DBC法等の従来の方法が利用できるが、この発明における基板はそれぞれが強固に接合され、拘束しあうことが必要であるため、融点が低く、柔らかい、例えば共晶はんだのような軟ろうによる接合方法は避けた方がよい。

さらにまた、上記実施例ではセラミック基材(1)としてアルミナ部材、拘束部材(3)としてモリブデン部材を利用する場合について述べたが、アルミナ部材の代わりに窒化アルミニウム部材やシリコンカーバイド部材などの熱膨張係数が小さく、かつ脆性な絶縁基板材料においても、銅部材

の $1/20 \sim 1/3$ の範囲内の薄い拘束部材で同様の効果が期待できる。また、モリブデン部材の代わりに、ほぼ同程度の熱膨張係数、耐力、熱伝導率を有するタングステン部材を利用することもできる。また、セラミック部材、銅部材、拘束部材はそれぞれ100%同一の材料から作られている必要もなく、特に銅部材、拘束部材は熱膨張係数、電気伝導率、耐力などの物性値が大幅に変化しない限り上記成分を主成分とする合成物質、例えば銅合金、モリブデン合金、タングステン合金であってもよい。

〔発明の効果〕

以上のように、この発明によれば、セラミック基材に銅または銅合金部材を接合して形成する複合基板において、モリブデン、タングステン及びその合金のいずれかからなり、上記銅又は銅合金部材の厚さの $1/20 \sim 1/3$ の厚さの拘束部材を上記銅または銅合金部材に接合して設けたることにより、脆性材料であるセラミック基材に発生する熱応力を低下させ、過酷な使用環境下においてもセ

ラミック基材や実装される半導体の破壊を防止できるセラミック-金属複合基板が得られる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

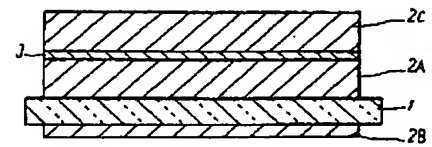
第1図はこの発明の一実施例のセラミック-金属複合基板を示す断面図、第2図はこの発明に係わる基板の耐ヒートサイクルと拘束部材の厚さとの関係の一例を示す特性図、第3図はこの発明の他の実施例を示す断面図、第4図はこの発明のさらに他の実施例を示す断面図、第5図は従来のセラミック-金属複合基板を示す断面図、第6図は一般的なセラミック-金属複合基板の一実施態様を示す斜視図、第7図は従来のセラミック-金属複合基板に発生した割れを示す断面図である。

図において、(1)はセラミック基材、(2A)、(2C) (2D)は銅または銅合金部材、(3)は拘束部材である。

なお、図中、同一符号は同一または相当部分を示す。

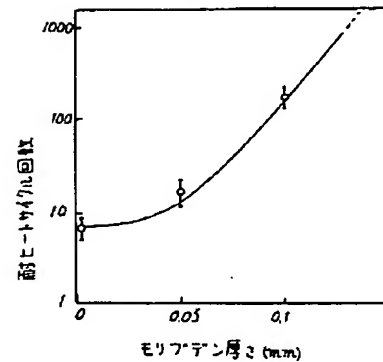
代理人 大 岩 増 雄

第1図

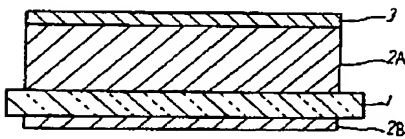


1:セラミック基材
2A 2B 2C:銅部材
3:拘束部材

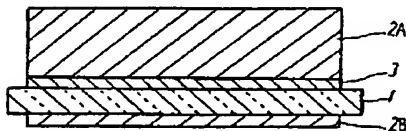
第2図



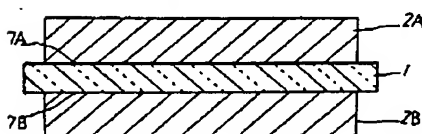
第3図



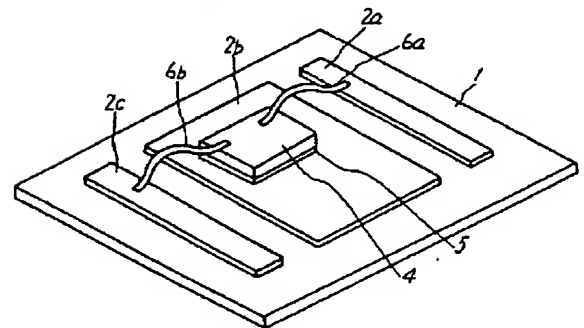
第4図



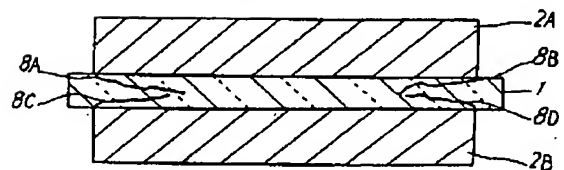
第5図



第6図



第7図



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第3部門第1区分

【発行日】平成6年(1994)2月22日

【公開番号】特開平2-34577

【公開日】平成2年(1990)2月5日

【年通号数】公開特許公報2-346

【出願番号】特願昭63-184033

【国際特許分類第5版】

C04B 37/02 B 9260-4G

B23K 1/19 H 9154-4E

H01L 21/52 A 7376-4M

23/14

【F I】

H01L 23/14 M 9355-4M

手続補正書(自発)

平成5年5月31日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭63-184033号

2. 発明の名称 セラミック-金属複合基板

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
名称 (601)三菱電機株式会社

4. 代理人

住所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
三菱電機株式会社内
氏名 (8217)弁理士 高田 守
(連絡先03(3213)3421知的財産権本部)

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲、発明の詳細な説明及び図面の簡単な説明の欄、並びに図面

6. 補正の内容

(1)明細書の特許請求の範囲を別紙のとおり訂正する。

(2)明細書の下記の箇所をつぎのとおり訂正する。

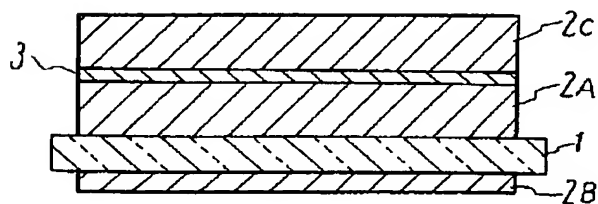
ページ	行	訂正前	訂正後
1	20	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
2	2	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
3	7～ 8	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
3	19～ 20	セラミック部材	セラミック絶縁 基材
4	17～ 18	セラミック部材	セラミック絶縁 基材
5	7～ 8	セラミック部材	セラミック絶縁 基材
5	11～ 12	セラミック基材	セラミック絶縁 基材

ページ	行	訂 正 前	訂 正 後
6	2	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
6	3	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
6	9	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
8	6～ 7	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
8	7～ 8	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
13	6	セラミック部材	セラミック絶縁 基材
13	15	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
14	13～ 14	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
14	19	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
14～ 15	20～ 1	セラミック基材	セラミック絶縁 基材
15	15	セラミック基材	セラミック絶縁 基材

(3) 図面の第1図を別紙のとおり訂正する。

7. 添付書類の目録

第 1 図



1: セラミック絶縁基材

2A, 2B, 2C: 銅部材

3: 拘束部材

特許請求の範囲

セラミック絶縁基材に銅または銅合金部材を接合して形成する複合基板において、モリブデン、タングステン及びその合金のいずれかからなり、上記銅又は銅合金部材の厚さの $1/20 \sim 1/3$ 厚さの拘束部材を上記銅または銅合金部材に接続して設けたことを特徴とするセラミック-金属複合基板。